

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number :

08-136859

(43)Date of publication of application : 31.05.1996

(51)Int. Cl.

G02B 27/28

G02F 1/35

H01S 3/07

H01S 3/10

H01S 3/17

(21)Application number : 06-280136

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 15.11.1994

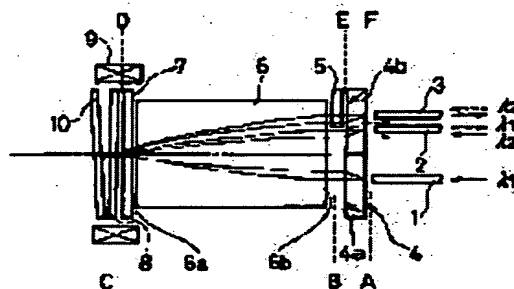
(72)Inventor : HAYATA HIRONORI  
TOJO MASAOKI  
KURATA NOBORU

## (54) OPTICAL ELEMENT COMBINED MODULE AND OPTICAL FIBER AMPLIFIER

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain the integration of an optical mixing function and an optical isolator function by sticking a first and a second double reflection parts together while changing optical axis directions of them by 180 degrees.

**CONSTITUTION:** A first and a second double reflection part 4a, 4b are stucked in a state in which optical axis directions of them are mutually different by 180 degrees and the first double reflection part 4a and the second double reflection part 4b are respectively provided on the optical path of the input light fiber 1 of an exciting light and on the optical paths of the input-output light fibers 2, 3 of a signal light. The light beams of a wavelength  $\lambda$  having arbitrary polarized light components emitted from the light fiber 1 are separated into two orthogonal linearly polarized lights by the first double reflection part 4a. The light beams of separated linearly polarized lights are converted into parallel lights by a convergent rod lens 6 to be made incident on a wavelength selection filter 7. These light beams are reflected by the wavelength selection filter 7 to move reversely in the rod lens 6 and then emitted from a position symmetrical to the incident position with respect to the optical axis of the rod lens 6 to be made incident on the second double reflection part 4b.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's

decision of rejection]

[Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision of  
rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for  
application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**(書誌+要約+請求の範囲)**

- (19) 【発行国】日本国特許庁 (JP)  
 (12) 【公報種別】公開特許公報 (A)  
 (11) 【公開番号】特開平8-136859  
 (43) 【公開日】平成8年(1996)5月31日  
 (54) 【発明の名称】光学素子複合モジュール及び光ファイバ増幅器  
 (51) 【国際特許分類第6版】

G02B 27/28           A  
 G02F 1/35       501  
 H01S 3/07  
       3/10       Z  
       3/17

【審査請求】未請求

【請求項の数】22

【出願形態】OL

【全頁数】17

- (21) 【出願番号】特願平6-280136  
 (22) 【出願日】平成6年(1994)11月15日  
 (71) 【出願人】  
   【識別番号】000005821  
   【氏名又は名称】松下電器産業株式会社  
   【住所又は居所】大阪府門真市大字門真1006番地  
 (72) 【発明者】  
   【氏名】早田 博則  
   【住所又は居所】大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
 (72) 【発明者】  
   【氏名】東城 正明  
   【住所又は居所】大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
 (72) 【発明者】  
   【氏名】倉田 昇  
   【住所又は居所】大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
 (74) 【代理人】  
   【弁理士】  
   【氏名又は名称】池内 寛幸 (外1名)

**(57) 【要約】**

【目的】 シングルモード光ファイバを用いた励起光源が使用可能な、光アイソレータと光合波器とを一体化した光学素子複合モジュール、及びその光学素子複合モジュールを用いた低コストの光ファイバ増幅器を得る。

【構成】 集束性ロッドレンズ6の一端に波長選択フィルタ7、磁気光学素子8、反射ミラー10を備え、他端に補償板5と光軸方向が互いに180度異なる第1、第2の複屈折部4a、4bを有する複屈折素子4と複数の入出力光ファイバ1～3を配置し、励起光の入力光ファイバ1より出射される任意の偏光成分を有する光を、光ファイバ2に結合させる。

**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 複数の光ファイバと、前記複数の光ファイバの端面に対向するように設けられた複屈折素子と、前記複屈折素子の前記光ファイバとは反対側の面に対向するように設

けられた集束性のレンズと、前記レンズの前記複屈折素子とは反対側の面に対向するように設けられた反射部材とを具備し、前記複屈折素子は、結晶光軸が交互に180度向きを変えた状態で前記レンズの光軸に対し所定の方向に配列された少なくとも第1及び第2の複屈折部を含み、各複屈折部はそれぞれ少なくとも1つの光ファイバと対向する光学素子複合モジュール。

【請求項2】 少なくとも3本の光ファイバと、前記各光ファイバの端面に対向するように設けられた複屈折素子と、前記複屈折素子の前記光ファイバとは反対側の面に対向するように設けられた集束性のレンズと、前記複屈折素子と前記レンズの間で、且つ少なくとも1本の光ファイバの光路上に設けられた補償板と、前記レンズの前記複屈折素子とは反対側の面に対向するように設けられた波長選択フィルタと、前記波長選択フィルタの前記レンズとは反対側に対向するように設けられた磁気光学素子と、前記磁気光学素子の前記波長選択フィルタとは反対側に対向するように設けられた反射部材とを具備し、前記複屈折素子は、結晶光軸が交互に180度向きを変えた状態で前記レンズの光軸に対し所定の方向に配列された少なくとも第1及び第2の複屈折部を含み、各複屈折部はそれぞれ少なくとも1つの光ファイバと対向する光学素子複合モジュール。

【請求項3】 前記各複屈折部はそれぞれ単一の結晶部材構成されている請求項1又は2に記載の光学素子複合モジュール。

【請求項4】 前記各複屈折部はそれぞれ2つの結晶部材をそれらの結晶光軸が実質上直交するように前記レンズの光軸方向に貼り合わせたものである請求項1又は2に記載の光学素子複合モジュール。

【請求項5】 前記少なくとも3本の光ファイバのうち、第1の光ファイバから波長 $\lambda_1$ の第1の光を入力し、第2の光ファイバから波長 $\lambda_2$ の第2の光を入力すると共に前記第1の光を出力し、第3の光ファイバは前記第2の光を出力するものであり、前記第1の光ファイバは前記第1の複屈折部に対向し、前記第2及び第3の光ファイバは前記第2の複屈折部に対向し、前記補償板は前記第3の光ファイバに対向するように設けられ、前記波長選択フィルタは前記波長 $\lambda_1$ の第1の光を反射し、前記波長 $\lambda_2$ の第2の光を透過させる請求項2に記載の光学素子複合モジュール。

【請求項6】 磁気光学素子への印加磁界極性を反転させた状態で、前記少なくとも3本の光ファイバのうち、第1の光ファイバから波長 $\lambda_1$ の第1の光を入力し、第3の光ファイバから波長 $\lambda_2$ の第2の光を入力し、第2の光ファイバは前記第2の光を出力すると共に前記第1の光を出力するものであり、前記第1の光ファイバは前記第1の複屈折部に対向し、前記第2及び第3の光ファイバは前記第2の複屈折部に対向し、前記補償板は前記第3の光ファイバに対向するように設けられ、前記波長選択フィルタは前記波長 $\lambda_1$ の第1の光を反射し、前記波長 $\lambda_2$ の第2の光を透過させる請求項2に記載の光学素子複合モジュール。

【請求項7】 少なくとも3本の光ファイバと、前記各光ファイバの端面に対向するように設けられた複屈折素子と、前記複屈折素子の前記光ファイバとは反対側の面に対向するように設けられた集束性のレンズと、前記複屈折素子と前記レンズの間で、且つそれぞれ少なくとも1本の光ファイバの光路上に設けられた少なくとも2つの補償板と、前記レンズの前記複屈折素子とは反対側の面に対向するように設けられた波長選択フィルタと、前記波長選択フィルタの前記レンズとは反対側に対向するように設けられた磁気光学素子と、前記磁気光学素子の前記波長選択フィルタとは反対側に対向するように設けられた反射部材とを具備し、前記複屈折素子はその結晶光軸が一方方向である光学素子複合モジュール。

【請求項8】 前記少なくとも3本の光ファイバのうち、第1の光ファイバから波長 $\lambda_1$ の第1の光を入力し、第2の光ファイバから波長 $\lambda_2$ の第2の光を入力すると共に前記第1の光を出力し、第3の光ファイバは前記第2の光を出力するものであり、前記第1及び第3の光ファイバとがそれぞれ前記少なくとも2つの補償板に対向するように設けられ、前記波長選択フィルタは前記波長 $\lambda_1$ の第1の光を反射し、前記波長 $\lambda_2$ の第2の光を透過させる請求項7に記載の光学素子複合モジュール。

【請求項9】 磁気光学素子への印加磁界極性を反転させた状態で、前記少なくとも3本の光ファイバのうち、第1の光ファイバから波長 $\lambda_1$ の第1の光を入力し、第3の光ファイバ

から波長 $\lambda_2$ の第2の光を入力し、第2の光ファイバは前記第2の光を出力すると共に前記第1の光を出力するものであり、前記第1及び第3の光ファイバとがそれぞれ前記少なくとも2つの補償板に対向するように設けられ、前記波長選択フィルタは前記波長 $\lambda_1$ の第1の光を反射し、前記波長 $\lambda_2$ の第2の光を透過させる請求項7記載の光学素子複合モジュール。

【請求項10】 前記各光ファイバはシングルモード光ファイバである請求項1から9のいずれかに記載の光学素子複合モジュール。

【請求項11】 前記反射部材は、前記第2の光ファイバから入射した信号光を前記第3の光ファイバに反射するように、前記レンズの光軸に対して所定角度傾斜して設けられている請求項2から10のいずれかに記載の光学素子複合モジュール。

【請求項12】 前記反射部材は一部透過ミラーであり、前記反射部材に近い側から順に集光レンズ及び受光素子を設けた請求項2から11のいずれかに記載の光学素子複合モジュール。

【請求項13】 前記レンズの端面は傾斜した研磨面である請求項1から12のいずれかに記載の光学素子複合モジュール。

【請求項14】 それぞれ少なくとも第1、第2、第3の光ファイバを有する前方励起用光学素子複合モジュール及び後方励起用光学素子複合モジュールと、前記前方励起用光学素子複合モジュールの第2の光ファイバと後方励起用光学素子複合モジュールの第2の光ファイバとを接続する増幅光ファイバと、前記前方励起用光学素子複合モジュール及び後方励起用光学素子複合モジュールのそれぞれの第1の光ファイバに接続された励起光源と、励起光源駆動制御回路とを具備し、(a) 前記後方励起用光学素子複合モジュールは、前記各光ファイバの端面に対向するように設けられた複屈折素子と、前記複屈折素子の前記光ファイバとは反対側の面に対向するように設けられた集束性のレンズと、前記複屈折素子と前記レンズの間で、且つ少なくとも前記第3の光ファイバの光路上に設けられた補償板と、前記レンズの前記複屈折素子とは反対側の面に対向するように設けられた波長選択フィルタと、前記波長選択フィルタの前記レンズとは反対側に対向するように設けられた磁気光学素子と、前記磁気光学素子の前記波長選択フィルタとは反対側に対向するように設けられた反射部材とを具備し、前記複屈折素子は、結晶光軸が交互に180度向きを変えた状態で前記レンズの光軸に対し所定方向に配列された少なくとも第1及び第2の複屈折部を含み、前記第1の光ファイバは前記第1の複屈折部に対向し、前記第2及び第3の光ファイバは前記第2の複屈折部に対向し、前記第1の光ファイバは波長 $\lambda_1$ の励起光を入力し、前記第2の光ファイバは波長 $\lambda_2$ の信号光を入力すると共に前記励起光を出力し、前記第3の光ファイバは前記信号光を出力するものであり、前記波長選択フィルタは前記波長 $\lambda_1$ の第1の光を反射し、前記波長 $\lambda_2$ の第2の光を透過させる光学素子複合モジュールであり、(b) 前記前方励起用光学素子複合モジュールは、前記各光ファイバの端面に対向するように設けられた複屈折素子と、前記複屈折素子の前記光ファイバとは反対側の面に対向するように設けられた集束性のレンズと、前記複屈折素子と前記レンズの間で、且つ少なくとも前記第3の光ファイバの光路上に設けられた補償板と、前記レンズの前記複屈折素子とは反対側の面に対向するように設けられた波長選択フィルタと、前記波長選択フィルタの前記レンズとは反対側に対向するように設けられた磁気光学素子と、前記磁気光学素子の前記波長選択フィルタとは反対側に対向するように設けられた反射部材とを具備し、磁気光学素子への印加磁界極性を前記後方励起用光学素子複合モジュールの印加磁界極性に対して反転させた状態で、前記複屈折素子は、結晶光軸が交互に180度向きを変えた状態で前記レンズの光軸に対し所定方向に配列された少なくとも第1及び第2の複屈折部を含み、前記第1の光ファイバは前記第1の複屈折部に対向し、前記第2及び第3の光ファイバは前記第2の複屈折部に対向し、前記第1の光ファイバは波長 $\lambda_1$ の励起光を入力し、前記第3の光ファイバは波長 $\lambda_2$ の信号光を入力し、前記第2の光ファイバは前記信号光を出力すると共に前記励起光を出力するものであり、前記波長選択フィルタは前記波長 $\lambda_1$ の第1の光を反射し、前記波長 $\lambda_2$ の第2の光を透過させる光学素子複合モジュールである光ファイバ増幅器。

【請求項15】 前記各複屈折部はそれぞれ単一の結晶部材構成されている請求項14に記

載の光ファイバ増幅器。

【請求項 16】 前記各複屈折部はそれぞれ 2 つの結晶部材をそれらの結晶光軸が実質上直交するように前記レンズの光軸方向に貼り合わせたものである請求項 14 に記載の光ファイバ増幅器。

【請求項 17】 それぞれ少なくとも第 1、第 2、第 3 の光ファイバを有する前方励起用光学素子複合モジュール及び後方励起用光学素子複合モジュールと、前記前方励起用光学素子複合モジュールの第 2 の光ファイバと後方励起用光学素子複合モジュールの第 2 の光ファイバとを接続する増幅光ファイバと、前記前方励起用光学素子複合モジュール及び後方励起用光学素子複合モジュールのそれぞれの第 1 の光ファイバに接続された励起光源と、励起光源駆動制御回路とを具備し、(a) 前記後方励起用光学素子複合モジュールは、前記各光ファイバの端面に対向するように設けられた複屈折素子と、前記複屈折素子の前記光ファイバとは反対側の面に対向するように設けられた集束性のレンズと、前記複屈折素子と前記レンズの間で、且つそれぞれ第 1 及び第 3 の光ファイバの光路上に設けられた 2 つの補償板と、前記レンズの前記複屈折素子とは反対側の面に対向するように設けられた波長選択フィルタと、前記波長選択フィルタの前記レンズとは反対側に対向するように設けられた磁気光学素子と、前記磁気光学素子の前記波長選択フィルタとは反対側に対向するように設けられた反射部材とを具備し、前記複屈折素子はその結晶光軸が一方向であり、前記第 1 の光ファイバから波長 $\lambda_1$ の励起光を入力し、第 2 の光ファイバから波長 $\lambda_2$ の信号光を入力すると共に前記励起光を出力し、第 3 の光ファイバは前記信号光を出力するものであり、前記波長選択フィルタは前記波長 $\lambda_1$ の第 1 の光を反射し、前記波長 $\lambda_2$ の第 2 の光を透過させる光学素子複合モジュールであり、(b) 前記前方励起用光学素子複合モジュールは、前記各光ファイバの端面に対向するように設けられた複屈折素子と、前記複屈折素子の前記光ファイバとは反対側の面に対向するように設けられた集束性のレンズと、前記複屈折素子と前記レンズの間で、且つそれぞれ第 1 及び第 3 の光ファイバの光路上に設けられた 2 つの補償板と、前記レンズの前記複屈折素子とは反対側の面に対向するように設けられた波長選択フィルタと、前記波長選択フィルタの前記レンズとは反対側に対向するように設けられた磁気光学素子と、前記磁気光学素子の前記波長選択フィルタとは反対側に対向するように設けられた反射部材とを具備し、磁気光学素子への印加磁界極性を前記後方励起用光学素子複合モジュールの印加磁界極性に対して反転させた状態で、前記複屈折素子はその結晶光軸が一方向であり、前記第 1 の光ファイバから波長 $\lambda_1$ の励起光を入力し、第 3 の光ファイバから波長 $\lambda_2$ の信号光を入力し、第 2 の光ファイバは前記信号光を出力すると共に前記励起光を出力するものであり、前記波長選択フィルタは前記波長 $\lambda_1$ の第 1 の光を反射し、前記波長 $\lambda_2$ の第 2 の光を透過させる光学素子複合モジュールである光ファイバ増幅器。

【請求項 18】 前記各光ファイバはシングルモード光ファイバである請求項 14 から 17 のいずれかに記載の光ファイバ増幅器。

【請求項 19】 前記反射部材は、前記第 2 の光ファイバから入射した信号光を前記第 3 の光ファイバに反射するように、前記レンズの光軸に対して所定角度傾斜して設けられている請求項 14 から 18 のいずれかに記載の光ファイバ増幅器。

【請求項 20】 前記反射部材は一部透過ミラーであり、前記反射部材に近い側から順に集光レンズ及び受光素子を設けた請求項 14 から 19 のいずれかに記載の光ファイバ増幅器。

【請求項 21】 前記レンズの端面は傾斜した研磨面である請求項 14 から 20 のいずれかに記載の光ファイバ増幅器。

【請求項 22】 前記増幅光ファイバは、エルビウムをドープしたものである請求項 14 から 21 のいずれかに記載の光ファイバ増幅器。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**